

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Berufsgenossenschaftliche Relevanz und eigene Vorarbeiten	1
1.2	Zielstellung	2
2	Radio Frequency Identification	5
2.1	Auto-ID-Systeme	5
2.2	Technik und Grundlagen	7
2.2.1	Transponder, Tag oder Smart-Label	7
2.2.2	RFID-Reader	9
2.2.3	Datenverarbeitungssystem	10
2.3	Allgemeine RFID-Anwendungen	10
2.3.1	Personenidentifikation	11
2.3.2	Objektidentifikation	13
2.4	RFID-Anwendungen für den Bereich der Arbeitssicherheit	16
3	Projektmodul 1 - „Grundlagen“	27
3.1	Allgemeines	27
3.2	Analyse von Unfallstatistiken und Gefährdungsbeurteilungen	27
3.2.1	Grundlagen	27
3.2.2	Analyse betriebsinterner Unfallstatistiken	29
3.3	Workshops	30
3.3.1	Anwendungsbereiche in Zusammenhang mit dem Kontrollportal	30
3.3.2	Anwendungsbereiche in Zusammenhang mit der Maschinensteuerung	32
3.3.3	Sonstige Anwendungsbereiche	33
3.4	Experten-Interviews	33
3.4.1	Anwendungsbereiche in Zusammenhang mit dem Kontrollportal	33

3.4.2	Anwendungsbereiche in Zusammenhang mit der Maschinensteuerung	34
3.4.3	Sonstige Anwendungsbereiche	35
3.5	Teilnehmer der Workshops und Experten-Interviews.....	35
3.5.1	Teilnehmer aus dem Bereich der Berufsgenossenschaften und Institutionen.....	35
3.5.2	Teilnehmer aus den Unternehmen.....	36
3.6	Patentrechtliche Untersuchung	36
3.6.1	Allgemeines	36
3.6.2	Projektbezogene Einschätzung.....	36
3.6.3	Recherche	37
3.6.4	Einschätzung	39
3.7	Pflichtenheft.....	40
3.7.1	Überblick.....	40
3.7.1.1	<i>Aufgaben</i>	<i>40</i>
3.7.1.2	<i>Funktionsbeschreibung</i>	<i>41</i>
3.7.1.3	<i>Schematischer Aufbau des Systems.....</i>	<i>41</i>
3.7.2	Softwaremodule.....	42
3.7.2.1	<i>Das Modul Lesersteuerung</i>	<i>42</i>
3.7.2.1.1	<i>Kommunikation.....</i>	<i>42</i>
3.7.2.1.2	<i>Parametrierung.....</i>	<i>42</i>
3.7.2.1.3	<i>Antennensteuerung</i>	<i>42</i>
3.7.2.1.4	<i>Ereignisdatenverarbeitung</i>	<i>42</i>
3.7.2.2	<i>Das Modul Auswertung</i>	<i>43</i>
3.7.2.2.1	<i>Tagzuordnung</i>	<i>43</i>
3.7.2.2.2	<i>Schutzprofil.....</i>	<i>43</i>
3.7.2.2.3	<i>Vollständigkeitsprüfung</i>	<i>43</i>
3.7.2.2.4	<i>Ausgabe</i>	<i>43</i>
3.7.2.3	<i>Das Modul Signalisierung.....</i>	<i>43</i>
3.7.2.4	<i>Das Datenbankmodul.....</i>	<i>44</i>
3.7.2.4.1	<i>Schutzgegenstand-Tabelle.....</i>	<i>44</i>
3.7.2.4.2	<i>Tag-Tabelle</i>	<i>44</i>
3.7.2.4.3	<i>Schutzprofil-Tabelle.....</i>	<i>45</i>
3.7.2.4.4	<i>Personen-Tabelle</i>	<i>45</i>
3.7.2.4.5	<i>Ereignisdaten-Tabelle</i>	<i>45</i>
3.7.3	Feinspezifikation.....	45
3.8	Fazit.....	45

3.8.1	Zusammenfassung	45
3.8.2	Ausblick	46
3.8.2.1	<i>Technische Entwicklung</i>	47
3.8.2.2	<i>Analyse von RFID-Anwendungen in der Maschinensteuerung</i>	48
4	Projektmodul 2 - „Anwendungsorientierte Entwicklung“	51
4.1	Zielstellung	51
4.1.1	Entwicklung des Portals zur automatischen Kontrolle der PSA	52
4.1.2	Analyse von RFID-Anwendungen in der Maschinensteuerung	53
4.2	Organisatorische Konzeption	53
4.3	Datenverarbeitung	55
4.3.1	Funktionsbeschreibung	56
4.3.2	Schematischer Aufbau des Datenverarbeitungssystems	56
4.3.3	Der Leseradapter	58
4.3.3.1	<i>Schematischer Aufbau des Leseradapters</i>	59
4.3.3.2	<i>Inhaltlicher Aufbau des Leseradapters</i>	60
4.3.3.2.1	<i>PLI: Physical Layer Interface:</i>	60
4.3.3.2.2	<i>RPI: Reader Protocol Interface</i>	60
4.3.3.2.3	<i>MAL: Manufacturer Abstraction Layer</i>	61
4.3.4	Das Applikationsinterface CAI: Common Application Interface	62
4.3.5	Applikationen und Softwaremodule	64
4.3.5.1	<i>Die Lesersteuerung: Registerblatt „Leser“</i>	65
4.3.5.1.1	<i>Feld „Lesertyp“, Modul 1 / Reader</i>	66
4.3.5.1.2	<i>Felder zum Netzwerk-Interface, Modul 10 / IPCom</i>	66
4.3.5.1.3	<i>Feld „Leser-Info“, Modul 12 / ReaderInfo:</i>	68
4.3.5.1.4	<i>Feld „Leistungseinstellung“, Modul 4 / Power1:</i>	68
4.3.5.1.5	<i>Feld „Frequenz“, Modul 3 / Param1</i>	69
4.3.5.1.6	<i>Feld „Antennenmultiplexer“, Modul 5 / AntMux:</i>	69
4.3.5.1.7	<i>Großes unteres Listenfeld, Modul 8 / Syslog</i>	70
4.3.5.2	<i>Die PSA-Applikation: Registerblatt „Starten“</i>	70
4.3.5.2.1	<i>Feld „Betriebsart“, Modul 2 / Mode:</i>	71
4.3.5.2.2	<i>Feld „Sound“, Modul 6 / Sound</i>	72
4.3.5.2.3	<i>Feld „Integrationszeit“, Modul 3 / Param1</i>	73
4.3.5.2.4	<i>Feld „Standby“, Modul 3 / Param1</i>	74
4.3.5.2.5	<i>Felder zur PSA-Kontrollinformation, Modul 25 / PSAList</i>	75
4.3.5.3	<i>Registerblatt „Info / Hilfe“, Modul 26 / PSAInfo</i>	77

4.3.5.4	Die Signalsteuerung	78
4.3.5.4.1	Signalisierung am Touch-Screen, Modul 22 / PSATouch	78
4.3.5.4.2	Signalisierung an der Leuchtfläche, Modul 26 / PSASignal	82
4.3.5.5	Hilfsprogramm zum Beschreiben von RFID-(UHF)-Transpondern	83
4.3.6	Der PSA-Datenbankserver	84
4.3.6.1	PSA-Profilverwaltung	85
4.3.6.1.1	PSA-Profil anlegen	86
4.3.6.1.2	PSA-Profil bearbeiten	87
4.3.6.2	Personalverwaltung	87
4.3.6.2.1	Mitarbeiter-Profil anlegen	88
4.3.6.2.2	Mitarbeiter-Profil verwalten	89
4.3.6.3	Reportfunktion	90
4.4	Grundlagen des Elektromagnetismus	91
4.4.1	Ausbreitung elektromagnetischer Wellen	91
4.4.2	Leistungsangaben	94
4.4.3	Strahlungsdichte	95
4.4.4	Die RFID-(UHF)-Luftschnittstelle	95
4.4.5	Das Backscatter-Prinzip	96
4.4.6	Antikollisionsverfahren	98
4.5	Technische Voruntersuchungen	99
4.5.1	Frequenzbereiche	100
4.5.2	Hardware-Komponenten	102
4.5.2.1	RFID-(UHF)-Lesegerät	103
4.5.2.1.1	Hardware-Vorauswahl	106
4.5.2.1.2	Voruntersuchungen	108
4.5.2.1.3	Hardware-Auswahl	108
4.5.2.2	RFID-(UHF)-Leser-Antennen	109
4.5.2.2.1	Hardware-Vorauswahl	109
4.5.2.2.2	Voruntersuchungen	112
4.5.2.2.3	Hardware-Auswahl	115
4.5.2.2.4	RFID-(UHF)-Transponder	116
4.5.2.2.5	Hardware-Vorauswahl	125
4.5.2.2.6	Voruntersuchungen	132
4.5.2.2.7	Hardware-Auswahl	144
4.6	Untersuchungen zur anwendungsorientierten Entwicklung	146
4.6.1	Systemaufbau	146

4.6.1.1	<i>Technische Komponenten</i>	146
4.6.1.2	<i>Entwicklung des Demonstrators</i>	147
4.6.1.3	<i>Kosten der Umsetzung</i>	151
4.6.2	Untersuchungen am Systemaufbau.....	151
4.6.2.1	<i>Leistungsstärke der Antennenstrahlung</i>	151
4.6.2.1.1	<i>Kabeldämpfung</i>	152
4.6.2.1.2	<i>Antennengewinn</i>	154
4.6.2.1.3	<i>Resultierende Leistungsstärke</i>	155
4.6.2.2	<i>Reichweite der Antennenstrahlung</i>	156
4.6.2.3	<i>Feldbeeinflussung durch Reflexion und Absorption</i>	159
4.6.3	Laborversuche zur persönlichen Schutzausrüstung.....	162
4.6.3.1	<i>Mitarbeiterausweise</i>	163
4.6.3.2	<i>Sicherheitsschuhe</i>	164
4.6.3.3	<i>Industrieschutzhelme</i>	170
4.6.3.4	<i>Augenschutz</i>	171
4.6.3.5	<i>Absturzsicherung</i>	172
4.6.3.6	<i>Kapsel-Gehörschutz</i>	173
4.6.3.7	<i>Sicherheitshandschuhe</i>	174
4.6.4	Laborversuche zur Abstimmung von PSA und Demonstrator.....	176
4.7	Vorbereitung der Praxistests	178
4.7.1	InHaus2-Baustelle.....	178
4.7.1.1	<i>Entwicklung der erforderlichen PSA-Profile</i>	179
4.7.1.2	<i>Kennzeichnung der Transponder zur Identifikation der PSA</i>	180
4.7.1.3	<i>Anbindung des RFID-Portals an eine Zutrittskontrolle</i>	181
4.7.2	Ford Werke GmbH.....	183
4.7.3	Weitere Praxistests.....	185
4.7.3.1	<i>Westfälischer Zoologischen Garten Münster GmbH (Allwetterzoo)</i>	185
4.7.3.2	<i>Stockmeyer GmbH & Co. KG Westfälische Fleischwarenfabrik</i>	186
4.8	Standardisierung und Normung	186
4.8.1	Standardisierung und Normung bei PSA.....	186
4.8.2	Klassifizierungs- und Ordnungsnummernsysteme.....	188
4.8.2.1	<i>United Nations Standard Products and Services Code UNSPSC</i>	189
4.8.2.2	<i>Standardwarenklassifikation</i>	191
4.8.2.3	<i>Global Product Classification GPC</i>	192
4.8.2.4	<i>eCl@ss</i>	196
4.8.2.5	<i>proficl@ss</i>	201
4.8.3	Vorhandene Normen und Standards für die RFID-Technologie.....	206

4.8.3.1	<i>Aufgaben und Entwicklung von GS1</i>	206
4.8.3.2	<i>Standards nach EPCglobal</i>	212
4.8.3.2.1	<i>Physische Standards: Der Electronic Product Code (EPC)</i>	214
4.8.3.2.2	<i>Infrastruktur-Standards</i>	215
4.8.3.2.3	<i>Standards für den Datenaustausch</i>	215
4.8.4	<i>Handlungskonzept</i>	217
4.9	Rechtliche Betrachtung	218
4.9.1	<i>Datenschutz</i>	218
4.9.2	<i>Arbeitsrechtliche Rahmenbedingungen</i>	219
4.10	Analyse von RFID-Anwendungen in der Maschinensicherheit	220
4.10.1	<i>Ausgangssituation</i>	220
4.10.2	<i>Workshop „RFID in der Maschinensicherheit“</i>	221
4.11	Fazit	222
4.11.1	<i>Ausblick</i>	223
4.11.2	<i>Zusatznutzen</i>	224
4.11.2.1	<i>Zugangskontrolle</i>	224
4.11.2.2	<i>Zeiterfassung</i>	225
4.11.2.3	<i>Diebstahlschutz</i>	225
4.11.3	<i>Kritische Betrachtung</i>	226
5	Projektmodul 3 - „Praxistests und Dokumentation“	229
5.1	Zielstellung	229
5.2	Praxistest Baustelle: InHaus2, Duisburg	230
5.2.1	<i>Vorbereitung</i>	230
5.2.1.1	<i>Entwicklung der erforderlichen PSA-Profile</i>	230
5.2.1.2	<i>Kennzeichnung der Transponder zur Identifikation der PSA</i>	231
5.2.1.3	<i>Anbindung des RFID-(UHF)-Portals an ein Zutrittskontrollsystem</i>	232
5.2.2	<i>Umsetzung</i>	234
5.2.2.1	<i>Voruntersuchung</i>	235
5.2.2.2	<i>Mitwirkende Unternehmen</i>	236
5.2.3	<i>Ergebnis</i>	237
5.2.3.1	<i>Technische Umsetzung</i>	237
5.2.4	<i>Fazit</i>	243
5.3	Praxistest Automobilindustrie: Ford Werke GmbH	243

5.3.1	Vorbereitung	244
5.3.2	Umsetzung	245
5.3.2.1	<i>Transponder-Wahl</i>	245
5.3.2.2	<i>Leserwahl</i>	246
5.3.2.3	<i>Dokumentation</i>	247
5.3.3	Ergebnis	248
5.3.4	Fazit.....	248
5.4	Praxistest Fleischverarbeitende Industrie: Stockmeyer GmbH	248
5.4.1	Vorbereitung	249
5.4.1.1	<i>Gehörschutz</i>	249
5.4.1.2	<i>Kettenhandschuh</i>	250
5.4.1.3	<i>Schutzschuhe</i>	251
5.4.1.4	<i>Datenschutz</i>	251
5.4.2	Umsetzung	251
5.4.3	Ergebnis	251
5.5	Fazit.....	252
5.5.1	Zusammenfassung.....	252
5.5.2	Normung.....	254
5.5.3	Ausblick	254
6	Ansprechpartner	257
7	Literatur- und Quellenverzeichnis	258
7.1	Projektmodul 1.....	258
7.2	Projektmodul 2.....	259
7.2.1	Literatur	259
7.2.2	Quellen	261
7.3	Projektmodul 3.....	263
8	Anlagenverzeichnis.....	264
8.1	Anlage 1: Übersicht der RFID-(UHF)-Lesegeräte.....	264
8.2	Anlage 2: Übersicht der RFID-(UHF)-Leser-Antennen	265

8.3	Anlage 3: Übersicht der RFID-(UHF)-Transponder.....	267
8.4	Anlage 4: Richtcharakteristik der RFID-(UHF)-Leser-Antenne.....	272
8.5	Anlage 5: Referenztransponder, Y-Achse	275
8.6	Anlage 6: Referenztransponder, Z-Achse	276
8.7	Anlage 7: Transponder-Vergleichsmessungen	279
8.8	Anlage 8: Untergrundeinfluss	304